

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/053039

International filing date: 22 November 2004 (22.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: EP
Number: 03027392.4
Filing date: 27 November 2003 (27.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 25 January 2005 (25.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

EP04/53039

Europäisches
PatentamtEuropean
Patent OfficeOffice européen
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03027392.4

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk





Anmeldung Nr:
Application no.: 03027392.4
Demande no:

Anmelde tag:
Date of filing: 27.11.03
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
80333 München
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Verfahren zur Ermittlung schwankender Brennstoffeigenschaften während des
Betriebs einer Kraftwerksanlage

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

F02C/

Am Anmelde tag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI



27. Nov. 2003

Beschreibung

Verfahren zur Ermittlung schwankender Brennstoffeigenschaften während des Betriebs einer Kraftwerksanlage

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung schwankender Brennstoffeigenschaften während des Betriebs einer Kraftwerksanlage, insbesondere das Erkennen von Änderungen der Erdgaseigenschaften anhand betrieblicher Messgrößen bei einer Gasturbinenanlage.

Problematik:

Moderne Hochtemperaturgasturbinen, die mit Erdgas betrieben werden, sind in der Regel auf eine bestimmte Brennstoffzusammensetzung abgestimmt. Kenngrößen wie die Wobbezahl oder Heizwert und Normdichte müssen innerhalb eines spezifizierten Bereichs liegen, um den sicheren Betrieb der Gasturbine zu gewährleisten. Die Infrastruktur der Gasversorgung ist jedoch häufig so angelegt, dass sich die Gaszusammensetzung spontan (innerhalb weniger Minuten oder sogar im Sekundenbereich) deutlich ändern kann, so dass die spezifizierten Grenzen überschritten werden. Würde man die relevanten Gasparameter zeitnah erfassen können, so könnten entsprechende Gegenmaßnahmen ergriffen werden, z.B. Nachregeln der Pilotgasmenge o. ä..

Im Folgenden wird ein Verfahren aufgezeigt, wie man anhand von betrieblichen Messgrößen, die zum normalen Messumfang jeder Gasturbine gehören, Änderungen in der Gaszusammensetzung erkennen kann.

Grundgedanke des Lösungsvorschlages:

Der Gasturbinenwirkungsgrad ist nahezu unabhängig von Änderungen der Gaszusammensetzung. Die Größen, die zur Berechnung des Wirkungsgrades notwendig sind, werden alle betrieblich erfasst bis auf die Gaseigenschaften (Heizwert, Normdichte). Man kann nun den Wirkungsgrad kontinuierlich aus den betrieblichen Messwerten bilden, wobei für den Heizwert und die Normdichte zeitlich konstante Vorgabewerte eingesetzt werden müssen. Ändert sich der errechnete Wirkungsgrad nun mit der Zeit, so müssen sich die Gaseigenschaften (Heizwert, Normdichte) geändert haben, und man kann angeben, wie groß deren Änderung ist.

Grundlegende Beziehungen:

$$\eta = \frac{P}{\dot{m} \cdot Hu_m} \quad Hu_v = \rho_N \cdot Hu_m \quad \dot{m} = \rho \cdot \dot{V} \quad \rho = \rho_N \frac{P}{p_N} \frac{T_N}{T} \frac{z_N}{z} \quad (1) - (4)$$

η Wirkungsgrad der Gasturbine
 P Leistung
 Hu (unterer) Heizwert des Brennstoffs
 Index V: bezogen auf Normvolumen
 Index m: bezogen auf Masse
 \dot{m} Brennstoffmassenstrom
 \dot{V} Brennstoffvolumenstrom
 ρ Dichte des Brennstoffs
 p Druck des Brennstoffs
 T Temperatur des Brennstoffs
 z Realgasfaktor des Brennstoffs
 Index N: Normzustand

Der Wirkungsgrad der Gasturbine ist von verschiedenen, leicht messbaren Größen abhängig (im wesentlichen von der Leistung und der Umgebungstemperatur), wobei der funktionale Zusammenhang bekannt ist. Er ist insbesondere nahezu unabhängig von den Brennstoffeigenschaften.

Mit Einführung eines Bezugszustandes "0"

$$\eta_0 = \frac{P_0}{\dot{m}_0 \cdot Hu_{m,0}} \quad (5)$$

ergibt sich:

$$\frac{\dot{m}}{\dot{m}_0 \cdot Hu_{m,0}} = \frac{P}{P_0} \frac{\eta_0}{\eta} \quad (6)$$

Es gibt verschiedene Prinzipien, nach denen der Brennstoffmassenstrom gemessen werden kann:

- 1) Corioliszähler: Direkte Erfassung des Massenstroms
- 2) Turbinradzähler, Wirbelzähler: Erfassung von Betriebsvolumenstrom, Druck und Temperatur

$$\dot{m} = \dot{V} \cdot \rho = \dot{V} \cdot \rho_N \frac{p}{p_N} \frac{T_N}{T} \quad (7)$$

Hierbei wurde der Einfluss des Realgasfaktors vernachlässigt ($z_N/z = 1$).

- 3) Blende: Messung von Differenzdruck, Druck und Temperatur

$$\dot{m} = K \cdot \sqrt{\Delta p} \cdot \rho = K \cdot \sqrt{\Delta p} \cdot \rho_N \frac{p}{p_N} \frac{T_N}{T} \quad (8)$$

Hierbei wurde wiederum der Einfluss des Realgasfaktors vernachlässigt ($z_N/z = 1$).

Damit ergeben sich nach Gl. (6) folgende Möglichkeiten, Änderungen der Gaseigenschaften zu ermitteln (auf der rechten Seite stehen jeweils die zu messenden Größen und die (bekannte) Funktion η/η_0 , auf der linken Seite die daraus ableitbare Gaseigenschaft):

- 1) Corioliszähler: Änderung des massebezogenen Heizwertes:

$$\frac{Hu_m}{Hu_{m,0}} = \frac{P}{P_0} \frac{\eta_0}{\eta} \frac{m_0}{\dot{m}} \quad (9)$$

- 2) Turbinradzähler, Wirbelzähler: Änderung des volumenbezogenen Heizwertes:

$$\frac{v}{Hu_{v,0}} = \frac{P}{P_0} \frac{\eta_0}{\eta} \frac{\dot{V}}{V} \frac{p_N}{p} \frac{T_N}{T} \quad (10)$$

3) Blende: Änderung des Wobbeindex:

$$\sqrt{\frac{p_{N,0}}{p_N} \frac{H_{u,V}}{H_{u,V,0}}} = \frac{p}{p_0} \frac{p_0}{\eta} \sqrt{\frac{p_0}{\Delta p} \frac{p_N}{p_N} \frac{T_N}{T}} \quad (11)$$

Der Bezugszustand "0" ist ein Referenzzustand, der zu einem beliebigen Zeitpunkt aufgenommen wurde, und für den verlässliche Gasdaten für Heizwert bzw. Normdichte bekannt sein müssen. Es könnte aber auch eine Art gleitender Mittelwert der letzten 2 Stunden ö. ä. sein (stationärer Betriebszustand vorausgesetzt), bei dem die Gasdaten z.B. anhand von Werten aus einem Online-Gaschromatographen aktualisiert werden.

Die in o. a. Gleichungen auftretenden betrieblichen Messgrößen sind naturgemäß Schwankungen unterworfen. Es müssen geeignete Dämpfungs- bzw. Filterfunktionen vorgesehen werden.

Die betrieblichen Messgrößen werden in der Regel mit Zykluszeiten von 1 s oder noch kürzer erfasst, so dass man mit dieser Methode Gaschwankungen praktisch in Echtzeit detektieren kann.

Erste Untersuchungen haben ergeben, dass schon Heizwert- bzw. Dichteänderungen von 1% deutlich erkannt werden können. Die beiliegenden Diagramme zeigen Ergebnisse von Messungen mit einem Turbinenradzähler (Messzyklus 5 s). Die Kennzahl (grüne Kurve) entspricht dem Kehrwert der rechten Seite von Gl. (10). Es wurden Proben gezogen während des Versuchs und bei der Ruhrgas AG analysiert. Die roten Punkte (Kehrwert der linken Seite von Gl. (10)) stellen das Analyseergebnis dar. Die Referenzwerte (Index 0) sind die Mittelwerte über den jeweiligen Versuchszeitraum. Die Analyseergebnisse bestätigen

200317879

den Trend des Kennzahlverlaufs. Die Größenordnung der Heizwertänderung wird auf wenige Promille genau erkannt.

EPO - Munich
33

27 Nov. 2003

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung schwankender Brennstoffeigenschaften während des Betriebs einer Kraftwerksanlage, dadurch gekennzeichnet, dass anhand von aktuellen Betriebsparametern der Kraftwerksanlage ein Wirkungsgrad für die Kraftwerksanlage ermittelt wird und aufgrund einer zeitlichen Veränderung des derart ermittelten Wirkungsgrads auf eine Änderung der Brennstoffeigenschaften geschlossen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Änderung der Brennstoffeigenschaften mittels mathematischer Methoden quantifiziert wird.



EPO - Munich
33

27. Nov. 2003

Zusammenfassung

Verfahren zur Ermittlung schwankender Brennstoffeigenschaften während des Betriebs einer Kraftwerksanlage

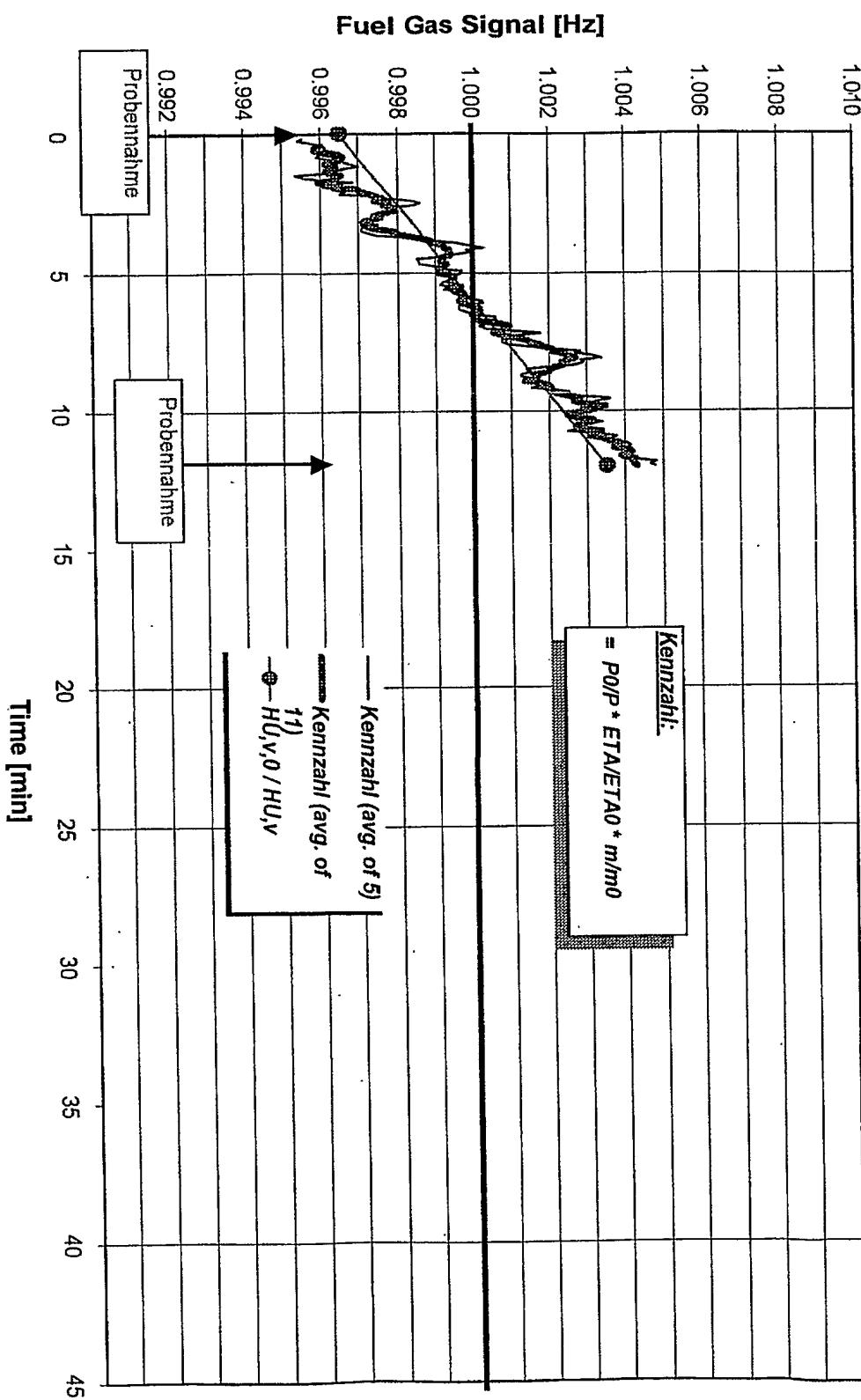
Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Ermittlung schwankender Brennstoffeigenschaften während des Betriebs einer Kraftwerksanlage wird anhand von aktuellen Betriebsparametern der Kraftwerksanlage ein Wirkungsgrad für die Kraftwerksanlage ermittelt und aufgrund einer zeitlichen Veränderung des derart ermittelten Wirkungsgrads auf eine Änderung der Brennstoffeigenschaften geschlossen.



200317879

Dimensionless fuel flow number vs. Time

LaCasella V94.3A(2), GT3 800464, Test 18, 2002-12-17, 100 % Load,



2003 17 879

Dimensionless fuel flow number vs. Time

LaCasella V94.3A(2), GT3 800464, Test 61, 2003-02-25 17:45:18:30, 100 % Load, °C OTC=565°C

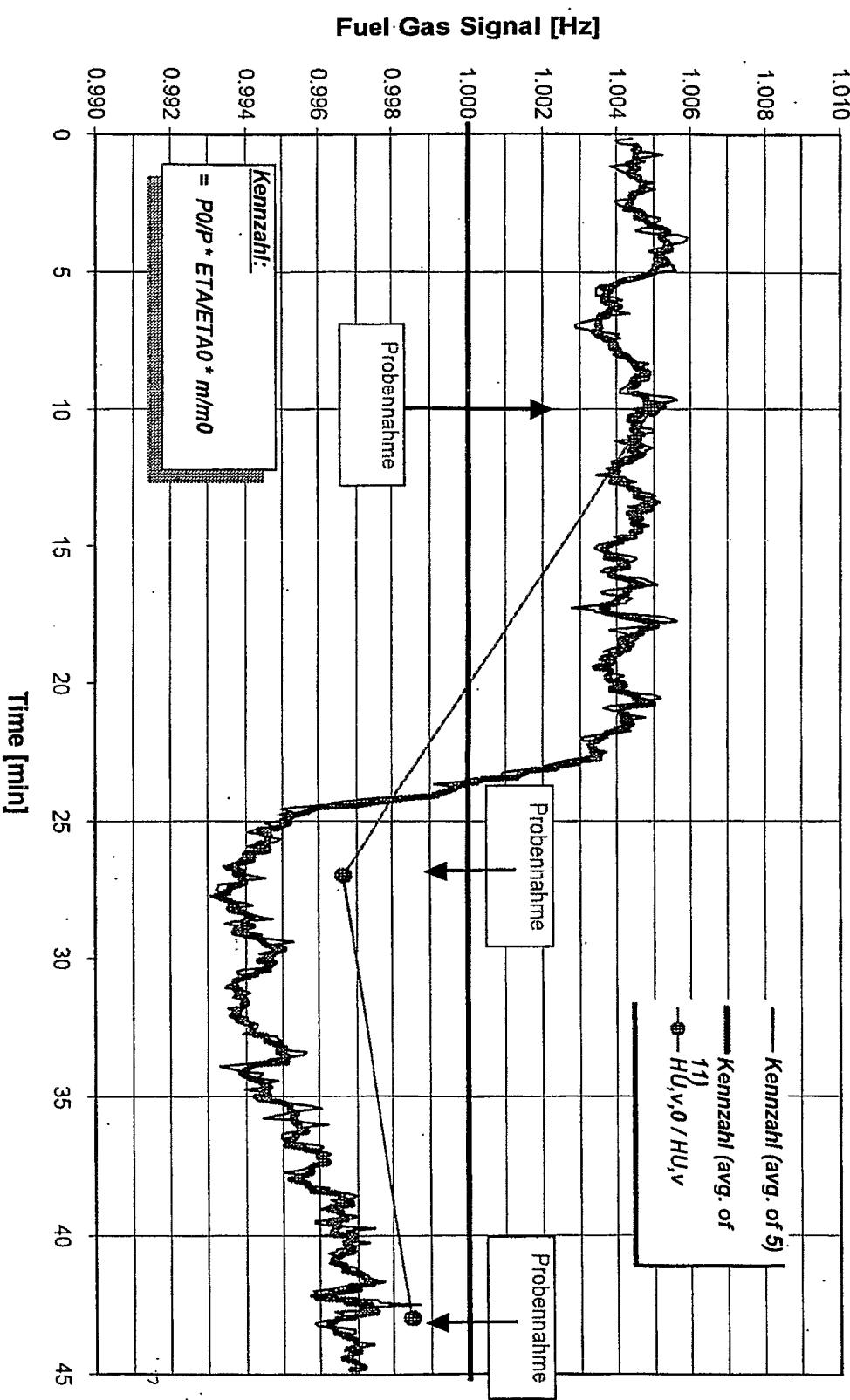


Fig 2